

To sum up, once can be concluded that today the technology of wireless energy transfer is not developed enough to be used. This fact does not allow us to build solar stations in orbit that could pay off quickly and open up the full potential of space-based solar power. However, this source of clean energy is considered as one of the most promising because in the near future, one of such solar-based power station will be capable of providing energy to entire the Earth.

REFERENCES:

1. "Space-based solar power". ESA–advanced concepts team. Retrieved August 23, 2015.
2. "Space-Based Solar Power". United States Department of Energy (DOE). 6 March 2014.
3. Shinohara, Naoki (2014). Wireless Power Transfer via Radiowaves. John Wiley & Sons. pp. ix–xiii.
4. Sun, Tianjia; Xie, Xiang; Zhihua, Wang (2013). Wireless Power Transfer for Medical Microsystems. Springer Science & Business Media. pp. 5–6

Scientific director: J.L. Shanenkova, assistant, Department of Industrial Electric Power Supply, National Research Tomsk Polytechnic University.

ПРИМЕНЕНИЕ ТИРИСТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 6-10 КВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

А.А. Асабин, А.А. Кралин, Е.В. Крюков

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышение качества электрической энергии, поставляемой потребителям, является ключевой задачей развития мировой энергетики. Решение данной проблемы особенно актуально для распределительных электрических сетей среднего напряжения (6-10 кВ), характеризующихся большой протяженностью и высоким уровнем электрических потерь.

Несмотря на возможность автоматического регулирования напряжения, существующие технологии морально устарели и не обеспечивают достижение важной цели – переходу к интеллектуальной электроэнергетической системе.

Интеллектуализация распределительных электрических сетей среднего напряжения связана с разработкой и внедрением полупроводниковых устройств, реализующих функции управления режимами работы сетей. Примером являются технологии D-FACTS (Distribution Flexible Alternative Current Transmission Systems), к которым относятся: унифицированные контроллеры потоков мощности (UPFC), контроллеры межсетевых потоков мощности (IPFC), твердотельные устройства регулирования напряжения (SSLTC), устройства поперечной и продольной компенсации с тиристорным управлением (TSSC, D-SSSC).

Главным недостатком указанных технологий является их высокая стоимость. Для отечественных распределительных электрических сетей необходима разработка устройств, реализующих аналогичные функции, но обладающих меньшей стоимостью внедрения.

Авторами разработаны научно-технические решения по созданию тиристорного регулятора напряжения (ТРН), обладающего функциями:

- оперативного регулирования уровней напряжения для обеспечения требуемого качества электроэнергии;
- управления потоками активной и реактивной мощности с целью снижения потерь электрической энергии;
- управления потоками активной мощности, вырабатываемой различными источниками малой генерации;
- управления конфигурацией распределительной электрической сети (изменение с кольцевой схемы на радиальную и обратно).

Разработанный авторами тиристорный регулятор напряжения в сети 6-10 кВ представляет собой тиристорное фазоповоротное устройство с шунтовым и серийными трансформаторами. Упрощенная электрическая схема силовой части ТРН приведена на рисунке 1.

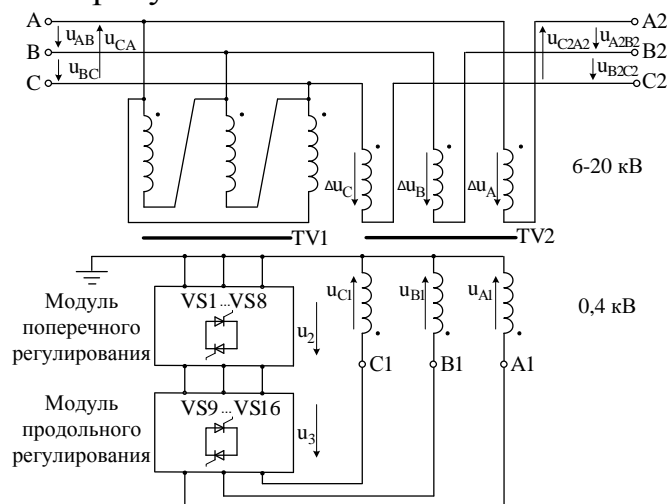


Рис. 1. Упрощенная электрическая схема силовой части ТРН

В основе принципа действия ТРН лежит совместное использование продольного (изменение величины напряжения) и поперечного (изменение фазы напряжения) регулирования напряжения. Совместное использование продольного и поперечного регулирования позволяет изменять фазу и величину выходного напряжения. Кроме функции регулирования напряжения ТРН позволит управлять направлением и величиной потоков активной и реактивной мощностей. Наличие в распределительной электрической сети нескольких устройств позволяет оптимизировать структуру сети и проводить ее реконфигурацию.

На рисунке 2 представлен пример применения ТРН в распределительных электрических сетях 10 кВ при параллельной работе двух ЛЭП (кабельной и воздушной), по которым осуществляется передача электрической мощности от генераторов энергосистемы. Воздушные линии из-за значительного реактивного сопротивления оказываются недогруженными, а кабельные – перегруженными, вследствие чего наблюдаются повышенные потери в сети. ТРН, разме-

щенный в конце воздушной линии, применяется в данном случае с целью оптимизации распределения токовой нагрузки параллельно работающих линий с различными сопротивлениями.

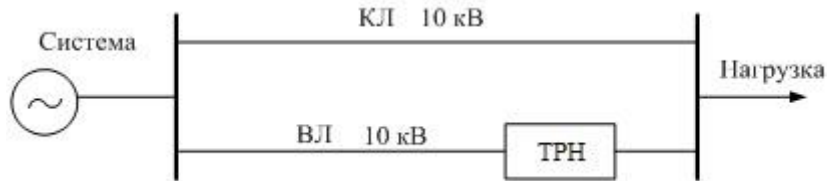


Рис. 2. Схема распределительной электрической сети с параллельно работающими ЛЭП

Расчет токов и падений напряжения на элементах схемы, а также напряжений в узлах схем осуществлен по методу узловых потенциалов в комплексной форме. На рисунке 3 представлена имитационная компьютерная модель участка распределительной электрической сети с двумя параллельно работающими ЛЭП.

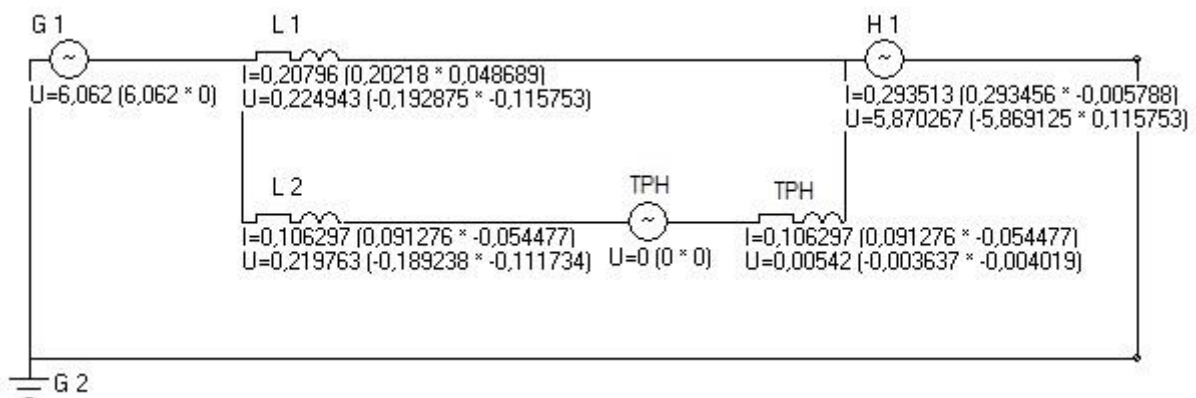


Рис. 3. Имитационная компьютерная модель участка распределительной электрической сети с двумя параллельно работающими ЛЭП

Проведены исследования распределение токов и потоков активной и реактивной мощности, падения напряжения, КПД передачи для двух параллельных линий при изменении действующего значения поперечной составляющей напряжения ТРН. Динамика изменения параметров режима работы сети представлена на рисунке 4.

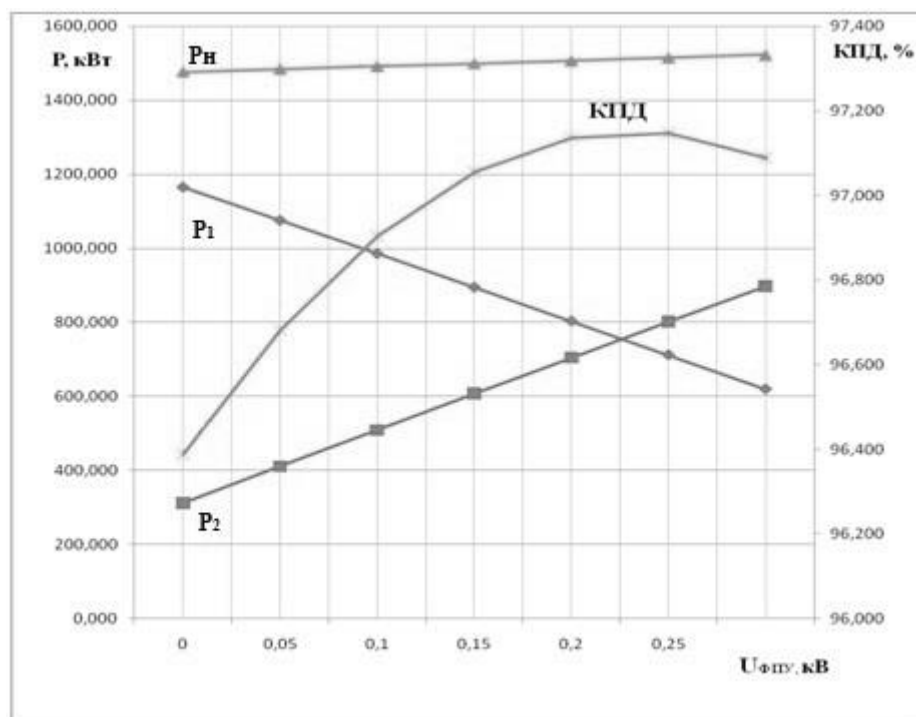


Рис. 4. Зависимость мощности передаваемой по кабельной линии (P_1), воздушной линии (P_2), мощности нагрузки ($P_н$) и КПД передачи от величины действующего значения поперечной составляющей напряжения ТРН

Из рисунка 4 видно, что при достижении поперечной составляющей напряжения ТРН 225 В достигается максимум КПД передачи электроэнергии, при этом мощности, передаваемые по линиям, выравниваются (воздушная линия загружается по мощности, а кабельная – разгружается), а также улучшается режим напряжения на нагрузке и повышается мощность нагрузки.

Таким образом, использование ТРН позволяет регулировать потоки электрической энергии в сложных системах с целью их оптимального распределения между существующими линиями, увеличить пропускную способность линий электропередач вплоть до теплового предела, исключить паразитные транспортные потоки из распределительной сети.

Исследования, проведенные на моделях различных конфигураций электрических сетей с изменением их предельных параметров показали, что диапазон изменения напряжения автоматизированного узла регулирования потоков мощности (ТРН) составляет: по модулю продольного и поперечного регулирования от 100 В до 600 В. Угол поворота напряжения в результате воздействия ТРН не превышает 5 градусов.

Внедрение ТРН в распределительные электрические сети среднего напряжения позволит:

1. стабилизировать уровни напряжения на шинах потребителей;
2. выровнять загрузку питающих трансформаторов (110-220/6-10 кВ);
3. повысить пропускную способность линий электропередач 6-10кВ;
4. снизить (в некоторых случаях вовсе исключить) паразитные потоки мощности в распределительных электрических сетях 6-10 кВ кольцевой конфигурации.

При этом схемотехнические решения, положенные в основу устройства, не требуют реконструкции электрической сети.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Государственная программа РФ “Энергоэффективность и развитие энергетики”. Утв. Постановлением Правительства РФ № 321 от 15.04.2014.
2. Концепция реализации национального проекта “Интеллектуальная энергетическая система России”. – М., 2015. – 25 с.
3. Балабанов М.С., Хамитов Р.Н. FACTS-устройства как базовый кластер электроэнергетики на этапе перехода российской экономики к шестому технологическому укладу // Вестник Югорского государственного университета. – Ханты-Мансийск, 2015. – №2(37). – С. 169-172.
4. Sosnina E., Loskutov A., Asabin A., Bedretdinov R., Kryukov E. Power flow control device prototype tests // IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe. – 2016. – С. 312–316.
5. Пат. на изобретение №2621062. Тиристорное фазоповоротное устройство с вольтодобавочным трансформатором для сети среднего напряжения / Соснина Е.Н., Асабин А.А., Кралин А.А., Крюков Е.В. 2017. Бюл. № 3.

Научный руководитель: Е.Н. Соснина, д.т.н., профессор НГТУ.

ГЕНЕРАТОР НА ДВУХ КАТУШКАХ ТЕСЛА

Е.А. Якушина

Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭКМ, группа 5А65

С открытием электричества, как источника энергии человек пытался добыть его и накопить менее энергозатратным способом. Сейчас существует большое количество способов получения энергии из возобновляемых источников, так человечество научилось собирать энергию вырабатываемую солнцем, ветром, водой, землёй.

Цель работы: преобразование энергии Земли, полученной земляной батареей, и увеличение полученного напряжения до 220В и мощности 40 Вт.

Задачи:

- Изготовить технологическую действующую модель генератора на двух катушках Тесла;
- Изучить явление резонанса, съём мощности с катушек съёма;
- Исследование работы двух трансформаторов Тесла в качерном режиме по схеме энергетических качелей В.И. Бровина.

Актуальность проекта: Использование данной установки будет выгодно для людей имеющих земельные участки, дачи и для сельских жителей. Энергия,